

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 31520121152999

UDC _____

廈門大學

硕 士 学 位 论 文

闭合监控网络中短间隔下的
人体再识别方法研究

Research on Person Re-identification
in Closed Short-term Surveillance Network

敖翔

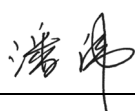
指导教师姓名: 郭锋 助理教授

专 业 名 称: 人工智能基础

论文提交日期: 2015 年 5 月

论文答辩时间: 2015 年 5 月

学位授予日期: 2015 年 月

答辩委员会主席: 

评 阅 人: _____

2015 年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下取得的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

_____ 另 外 ， 该 学 位 论 文 为
() 课题（组）研究成果，获得
() 课题（组）经费或实验室的资助，在
() 实验室完成。（请在以上括号内填写课题或
课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）： 敖翔

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交论文（包括纸质版和电子版），允许论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其他方式合理复制。

本学位论文属于：

☐ 1、经厦门大学保密委审查核定的保密论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

☐ 2、不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经校保密委审定过的，方可打“√”，未经审批均为公开论文。此声明栏不填写的，默认为公开论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）： 敖翔

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

监控摄像头的普及应用以及监控摄像头网络的形成在保障公共场所的安全性的同时，也产生了海量的监控视频数据。如何使用这些视频数据，并从中挖掘有用的信息成为计算机视觉领域的热门研究方向。作为该方向的一个子问题，监控摄像头网络下的人体再识别问题在近几年得到了科研人员的广泛关注。人体再识别是利用计算机对不同摄像头下的同一行人进行识别定位。它具有广泛的应用前景，包括追踪与定位嫌疑犯、查找与寻回走失儿童和失主确认等。开放场景下的人体再识别问题受监控摄像头网络下的摄像头视角变化、光照变化、行人姿态变化等因素的影响，目前还难以获得一个鲁棒的算法解决变化场景下的人体再识别问题。因此，本文考虑在闭合的监控网络中进行人体再识别，即行人出现在不同摄像头下的时间间隔较短情况下的人体再识别问题。本文提出了两种分别基于判别性图像块和基于多示例多标签学习的人体再识别方法，分别在以下两个方面开展了本文的研究工作：

1. 对行人图像的判别性区域进行了定义，提出一个改进的 `canopy-kmeans` 算法进行人体图像块的判别性分析，并提出两种分别基于局部图像和全局图像集的剪枝策略，删除具有干扰作用的伪判别性图像块，最终获得跨摄像头的鲁棒的高判别性人体图像块，利用这些剪枝后的图像块对不同行人的图像对依据其相似性排序，实现了人体再识别的求解；
2. 首次引入多示例多标签学习到人体再识别领域，提出一个使用多示例多标签学习解决人体再识别问题的框架，分别采用了 `MIMLBOOST` 算法和 `MIMLSVM` 算法对行人携带的属性进行检测，减少了人工标注的工作量及其带来的歧义性，使用 `RankSVM` 算法融合了判别性区域特征和属性特征对不同行人的图像进行相似性排序，最终完成人体再识别。

虽然行人图像的判别性区域和行人携带的属性都是图像上的显著性模式，它们的区别在于，判别性区域不具备语义特性，而属性是具有特定语义模式的集合。文章分别在 `VIPeR` 和 `PRID2011` 两个基准数据集上对两个方法的性能进行了对比试验。实验结果表明，基于判别性图像块的人体再识别方法的性能能够达到并超

越当前的一些人体再识别算法；两个基于属性的人体再识别方法在性能上接近人工干预的再识别算法，从而大大减少人工进行图像属性标注的工作，并降低标注工作的准确性和一致性要求。

关键字：人体再识别，辨别性图像块，多示例多标签学习

Abstract

Since the surveillance cameras have been widely used in public and the surveillance networks are everywhere, security in public has been largely improved. Meanwhile, the prevalence of the surveillance cameras produces the issues about how to effectively utilize the massive video data generated by the cameras, as well as mining valuable security information from the video data. One of the subsets of the issues, namely person re-identification, has become to an active research branch of the computer vision and attracted many researchers study on it. The task of the person re-identification is to locate identical pedestrians appeared in different cameras. It is a novel research topic with widespread applications, including track and locate suspects, search for lost children and ensure right owner get back his lost property. However, because of the variance in viewpoints, illumination, pedestrians' pose and some of other factors, building a robust person re-identification algorithm in open-world is rather challenging. In this paper, we propose two algorithms, based on discriminative patches and multi-instance multi-label learning method respectively, to fix the person re-identification in closed short-term surveillance network. There are two main contributions of this paper:

First, we define the discriminative region in a person's image. Correspondingly, an adapted canopy-kmeans algorithm is proposed to evaluate the discriminability of image patches which form the discriminative regions. Besides, two strategies, in local image and in global gallery dataset, are proposed to filter out distractions. Finally, the true discriminative patches are employed to compute the similarity between two images, and then used to re-identify pedestrians.

Second, we first introduce the multi-instance multi-label learning methods into re-identification, and hence we propose a framework of solving person re-identification by applying MIMLL. We employ two MIMLL methods, the MIMLBOOST and the MIMLSVM, to detect attributes in each image, and those

detected attributes contribute to recognize different pedestrians.

Although both discriminative patches and attributes are salient patterns in pedestrian images, the difference is that discriminative patches are patterns without semantics while attributes are semantic patterns. We evaluate the two algorithms on two benchmark datasets, the VIPeR dataset and the PRID2011 dataset. Experiments on such two datasets show the competitive performance of the two proposed algorithms.

Key Words: Person Re-identification; Discriminative Patches; Multi-instance Multi-label Learning.

目录

摘要.....	I
Abstract.....	III
目录.....	V
Contents.....	VII
1. 绪论.....	1
1.1. 研究背景.....	1
1.2. 问题定义.....	2
1.3. 研究现状.....	4
1.4. 本文主要研究工作.....	4
1.5. 本文组织结构.....	5
2. 相关方法综述.....	7
2.1. 难点与挑战.....	8
2.2.1. 特征表征.....	8
2.2.2. 模型与系统设计.....	9
2.2.3. 数据与性能评估方法.....	10
2.2. 方法分类综述.....	11
2.2.1. 关注特征表征的方法.....	11
2.2.2. 关注模型学习的方法.....	15
2.2.3. 从闭合场景到开放场景的人体再识别.....	18
2.3. 本章小结.....	21
2.3.1. 多光谱和多模态分析.....	21
2.3.2. PTZ 摄像头和嵌入式感应器.....	22
2.3.3. 密集场景下的人体再识别.....	22
2.3.4. 网络数据上的人体再识别.....	22

3. 基于判别性图像块的人体再识别方法	23
3.1. 判别性图像块	23
3.1.1. 特征提取	24
3.1.2. 判别性图像块	27
3.2. ReID 匹配	32
3.3. 实验与分析	33
3.3.1. 剪枝性能	34
3.3.2. 再识别算法性能	35
3.4. 本章小结	36
4. 基于多示例多标签学习的人体再识别方法	39
4.1. 简介	39
4.1.1. 基于属性的人体再识别方法	39
4.1.2. 多示例多标签学习	40
4.2. 基于多示例多标签学习的人体再识别	44
4.2.1. 特征提取	45
4.2.2. 多示例多标签学习	45
4.2.3. 基于属性的人体再识别	52
4.3. 实验与分析	53
4.3.1. MIMLBOOST 算法与 MIMLSVM 算法性能对比	53
4.3.2. 基于属性的人体再识别算法性能	55
4.4. 本章小结	55
5. 总结	61
6. 未来工作展望	615
参考文献	65

Contents

Abstract.....	III
Contents.....	VII
1. Introduction.....	1
1.1. Background.....	1
1.2. Problem Definition.....	2
1.3. Related Work.....	4
1.4. Research Summary.....	4
1.5. Organization.....	5
2. Literature Review.....	7
2.1. Challenges.....	8
2.2.1. Feature Representation.....	8
2.2.2. Model and System Design.....	9
2.2.3. Dataset and Evaluation.....	10
2.2. Perspectives and Progress.....	11
2.2.1. On Feature Representation.....	11
2.2.2. On Model Learning.....	155
2.2.3. From Closed- to Open-World Re-identification.....	188
2.3. Discussions.....	21
2.3.1. Multi-spectral and Multimodel Analysis.....	21
2.3.2. PTZ Cameras and Embedded Sensors.....	222
2.3.3. Re-identification of Crowds.....	22
2.3.4. Re-identification on the Internet.....	22
3. Re-identification based on Discriminative Patch.....	23
3.1. Discriminative Patch.....	23

3.1.1. Feature Representation	24
3.1.2. Discriminability	27
3.2. Matching	322
3.3. Experiments and Analysis	333
3.3.1. Performance of Trim	34
3.3.2. Performance of ReID	355
3.4. Discussions	366
4. Re-identification based on MIMLL	399
4.1. Introduction	399
4.1.1. Re-identification by Attribute	399
4.1.2. MIMLL	40
4.2. Methodology	444
4.2.1. Feature Representation	455
4.2.2. MIMLL	455
4.2.3. Re-identification	53
4.3. Experiments and Analysis	535
4.3.1. MIMLBOOST and MIMLSVM	535
4.3.2. Re-identification Performance	557
4.4. Discussions	55
5. Summary	63
6. Future Work	615
Reference	65

第一章 绪论

1.1. 研究背景

随着人们对社会公共安全的关注度日益上升以及视频采集技术和大规模数据存储技术的发展成熟，由视频摄像头组成的监控网络被大规模的应用在商场、公园、学校、医院、公司、广场、地铁站、体育场馆等人群密集、易发生公共安全事件的开放场所。昆明火车站暴恐案等类似公共安全事件的发生和人工分析视频在时效性及人力成本上的显著缺陷引发了人们对如何使用计算机从监控视频中挖掘有益信息这一类技术的思考，人体再识别技术作为视频信息挖掘技术的一个方面开始得到研究与发展。

人体再识别 (*Person Re-identification, ReID*) 即是从视频中识别出特定的已经在现有视频中出现过的行人。在视频监控网络中，如果已知目标行人在某一摄像头下的出现，那么人体再识别的目标即是找到该目标在其他摄像头下的对应。视频数据以及从视频数据中挖掘信息需求的与日俱增，赋予了人体再识别技术广泛的应用领域。例如：嫌疑犯的追踪与定位、查找走失儿童、遗失包裹的失主查询和预防公共安全突发事件(图 1.1)等。高效的人体再识别技术能够产生非常深远的社会经济价值。



图 1.1 人体再识别技术的应用场景

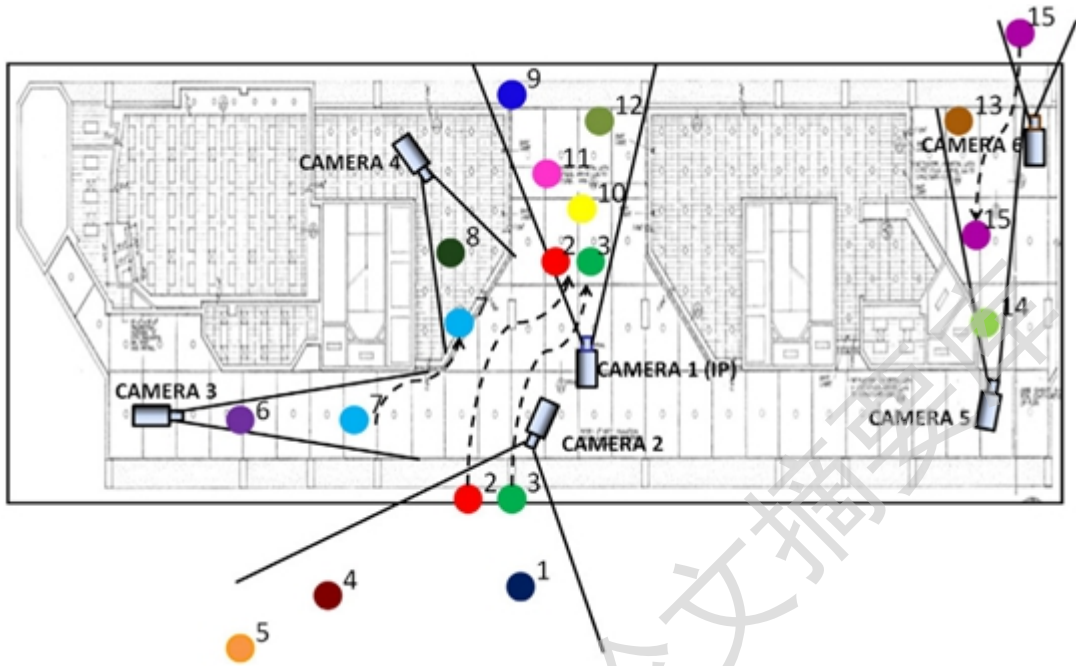


图 1.2 一个视频监控网络示意图^[1]

然而，受人体再识别问题自身的限制，对人体再识别技术的也充满各种困难与挑战。最显著的难点包括：监控视频的低分辨率、监控网络中摄像头的参数各异及视角变化、不同摄像头下光照度的差异、行人姿态的变化多样和视频时间跨度大等。虽然当前存在一些人体再识别算法能够处理某些场景下的人体再识别，一个尽可能处理更多场景条件的算法依然是计算机视觉领域的研究热点。

1.2. 问题定义

图 1.2 展示了一个由 6 个摄像头组成的开放视频监控网络，摄像头的编号从 CAMERA 1 到 CAMERA 6，与各摄像头相连的两条直线表示每个摄像头的视域 (Field of View)，使用不同颜色的原点表示在场景中出现的人行。假定给出 CAMERA 2 下的视频数据，那么行人再识别的目标是根据 CAMERA 2 中出现的人行，在其他摄像头中寻找与之对应的人行。即已知 CAMERA 2 中的行人 2 和行人 3，需要寻找出 CAMERA 1 中所对应的行人 2 和行人 3。一般来说，我们把 CAMERA 2 中的视频数据称为 *probe* 集 (*P* 集)，把其他摄像头的的数据称为

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.